

PUB-NO: JP363312910A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63312910 A

TITLE: METHOD FOR PREDICTING LOWERING OF FURNACE HEAT IN BLAST FURNACE

PUBN-DATE: December 21, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NAGAI, NOBUYUKI	
KONISHI, MASAMI	
KADOGUCHI, KOREHITO	
YABATA, TAKESHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOBE STEEL LTD	

APPL-NO: JP62148845

APPL-DATE: June 15, 1987

US-CL-CURRENT: 374/137

INT-CL (IPC): C21B 7/24

ABSTRACT:

PURPOSE: To accurately predict lowering of furnace heat by arranging plural thermometers for inner wall in line in the vertical direction from lower part in the blast furnace, measuring differences of the inner wall temps. at the prescribed time intervals and comparing with the presetting value.

CONSTITUTION: The thermometers 3 for the inner wall are arranged in line on seven points from a first level 31 to a seventh level 37, from the lower part toward vertical direction in the blast furnace 1 and also on four points in the inner circumferential direction at each level in the blast furnace 1. The differences of the inner wall temps. are measured by these thermometers 3 for the inner wall at the prescribed time intervals. In this constitution, in the case where the positive value of the difference of the inner wall temps. at any level lower than the m-th level (2iÜmiÜ7) exceeds a preset value within the prescribed time after the positive value of the difference of the inner wall temps. at the m-th level exceeds a preset value, it is predicted that the blast furnace heat is lowered. By this method, the lowering of molten pig iron temp. can be accurately predicted.

COPYRIGHT: (C)1988,JP0&Japio

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭63-312910

⑬ Int.C1.4

C 21 B 7/24

識別記号

庁内整理番号

7730-4K

⑭ 公開 昭和63年(1988)12月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 高炉炉熱低下予測方法

⑯ 特願 昭62-148845

⑰ 出願 昭62(1987)6月15日

⑱ 発明者 永井 信幸 兵庫県神戸市西区枝吉4丁目29-5

⑲ 発明者 小西 正躬 兵庫県神戸市須磨区東落合3丁目18-14

⑳ 発明者 門口 維人 兵庫県神戸市灘区篠原伯母野山町2丁目3-1

㉑ 発明者 矢場田 武 兵庫県加古郡稻美町和田425-45

㉒ 出願人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

㉓ 代理人 弁理士 吉田 茂明 外2名

明細書

1. 発明の名称

高炉炉熱低下予測方法

2. 特許請求の範囲

(1) 高炉の高さ方向に下方から第1～第Kレベルの内壁温度計を設置し、該内壁温度計にて、所定時間間隔ごとの内壁温度差を測定し、

第m ($2 \leq m \leq K$) レベルの内壁温度差の正の値を示す部分が予め定められた値を超えた後の所定時間内において、

第(m-1) レベル以下の内壁温度差の正の値を示す部分のいずれかが予め定められた値を超えた時に高炉炉熱低下予測を行う高炉炉熱低下予測方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、高炉の安定な操業を行うための高炉炉熱低下予測方法に関する。

(従来の技術とその問題点)

高炉の安定操業の維持のためには、溶銑温度を

一定にすることが必要であることが従来より知られている。このため、高炉操業者は常に高炉炉熱変化を予測する必要性があった。

高炉炉熱変化において、特に温度低下によって溶銑が凝固し、高炉から流出しなくなる可能性があるため、温度低下の予測は極めて重要なものとなる。

高炉炉熱の予測方法としては、特開昭60-39107に開示されたものがある。この方法は炉腹部周辺装入物温度が溶銑温度と強い相関関係を持つという見地から、予め第8図に示す様に高炉1に設置したセンサ(炉腹ソンデ)2により検出される炉腹部周辺部温度と、溶銑温度との関係を第9図に示す如く直線回帰する。この直線式に基づき、炉腹部周辺部温度から溶銑温度 T_{pig} を予測するのである。

しかしながら、この方法では炉内の内壁近傍の温度を測定するために炉腹ソンデ2を挿入する必要があり、このため温度測定を間欠時点でしか行なえず、溶銑温度予測精度も当然悪化してしまう

という問題点があった。

また、溶銑温度が同じ値でも、生産計画や原料装入条件等の変化により、炉内温度が変化する場合がある。したがって第9図で示した炉壁温度の絶対値に基づく直線式では、必ずしも正確な予測ができないという問題点があった。

(発明の目的)

この発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消し、連続的に高炉内壁温度を測定し、内壁温度の絶対値によらず、溶銑温度の低下を正確に予測することのできる高炉炉熱低下予測方法を提供することである。

(目的を達成するための手段)

上記目的を達成するため、この発明による高炉炉熱低下予測方法は、高炉の高さ方向に下方から第1～第Kレベルの内壁温度計を設置し、該内壁温度計にて、所定時間間隔ごとの内壁温度差を測定し、第m ($2 \leq m \leq K$) レベルの内壁温度差の正の値を示す部分が予め定められた値を越えた後の所定時間内において、第(m-1) レベル以下

の内壁温度差の正の値を示す部分のいずれかが予め定められた値を越えた時に高炉炉熱低下予測を行っている。

(実施例)

高炉の炉熱低下の一因として、以下に示すものが考えられる。

高炉羽口から吹き上げる溶銑温度及び溶銑量調整のための高温空気(ガス流)は通常、炉内中央部に吹き込んでいる。ところが、原料装入条件、装入物分布等の理由により、急にガス流が炉内周辺部に多く流れる場合がある。その結果、



の吸熱反応が促進され、炉熱低下が起こる。

ところで、ガス流が多量に炉内周辺部に流れると、Na, K, Pb等の炉内付着物及び停滞層が剥離し、壁落ちすることにより、その部分の炉壁温度が急激に上昇する。この急激な温度上昇を検知すれば炉熱低下が予測できる。

第1図(a), (b)は、各々この発明の一実施例で用いられる内壁温度計の配置を示す側面断面図、

平面断面図である。内壁温度計3は同図(a)に示すように、高炉1の下方より高さ方向第1レベル3₁から第7レベル3₇に7個(背部3個、腹部2個、朝顔部2個)、同図(b)に示すように高炉1の周方向に4個設置する。つまり、4方向7レベルで計28個の内壁温度計3を設置する訳である。

内壁温度計は例えば、本出願人による実開昭57-81531、実公昭59-16816に開示されたものを用いてもよく、第2図は後者に開示された内壁温度計(以下これを「FMセンサ」という。)を示す概念図である。

同図において、4は2本の導線5が絶縁的に平行して埋設され前方端側に感温部6を有するシース型測温体であり、シース型測温体4は複数本を、夫々の感温部6が長さ方向の異なる部位に配置される様に平行配列されており、さらにシース型ダミー棒7を感温部6の先端に接続して、最先端を備えている。シース型ダミー棒7は2本の導線5が絶縁的に平行して埋設され、シース型測温体4

と実質的に同一の熱伝導性を有する。FMセンサ3はこのシース型測温体4を絶縁材8で相互に非接触に保ち、シース管9内に収納することにより形成される。

第3図はFMセンサ3の設置説明図である。同図において、10～13は高炉の炉壁であり、10はレンガ、11はステープ、12はスタンプ、13は鉄皮である。FMセンサ3は同図に示すように、バッキン14及び溶接部15への溶接により、炉壁内部に設置されている。なお、16は充填材であり、17はミルク注入口であり充填材16を注ぎ込む箇所である。

なお、ここで説明したFMセンサ3はその設置及び構造上、炉壁の侵食と共にFMセンサ3自体も侵食され、シース型測温体4が炉壁近傍の炉内に露出する場合もあり、実際には「炉壁温度」と共に「炉壁近傍の炉内温度」を測定していることになる。以下、两者を含めた概念を「炉壁温度」として述べる。FMセンサ3は上述のように、従来のシース熱電対等の温度計に比べ、多数の測定

点を有し、迅速な測温応答を満足し、長期の連続的な温度測定が可能であり、信頼性の向上、耐久性の向上、施工性の向上等が計られている。

各FMセンサ3は、第4図に示すように所定サンプリング時間 Δt ごとに高炉1の内壁温度を測定している。ここで、時刻jの第kレベル($k=1 \sim 7$)のi番目($i=1 \sim 4$)のFMセンサ3の内壁温度を $T_{j,k,i}$ とし、時刻jの1サンプリング時間 Δt 前の内壁温度を $T_{j-1,k,i}$ とすると、 $T_{j,k,i}$ と $T_{j-1,k,i}$ との内壁温度差(差分値) $\Delta T_{j,k,i}$ は、

$$\Delta T_{j,k,i} = T_{j,k,i} - T_{j-1,k,i} \quad \cdots (1)$$

となる。この状態を第5図に示す。

この差分値 $\Delta T_{j,k,i}$ に、各FMセンサ3毎の高さ、周方向等を考慮して重み w_i を乗する。さらに、差分値 $\Delta T_{j,k,i}$ が負のものに対しては、 $v_{k,i} = 0$ 、それ以外のものに対しては、 $v_{k,i} = 1$ を示す正負パラメータ $v_{k,i}$ も乗じ、時刻jの補正差分値(正の差分値)CT_{j,k,i}を得る。

$$CT_{j,k,i} = w_i \cdot v_{k,i} \cdot \Delta T_{j,k,i} \quad \cdots (2)$$

$$ST_{j,\ell} \geq \varepsilon_{\ell} \quad \cdots (5)$$

($\ell = 1 \sim (m-1)$ のいずれか)

なお、(4)式において、

$$ST_{j,1} \geq \varepsilon_1 \quad \cdots (6)$$

が最初に成立した時は、この時点アラームを出力するようにする。

上記した予測方法はコンピュータにより実現が可能となる。第6図はその処理の流れを示すフローチャートである。同図において、ステップS1で各FMセンサ3の炉壁温度 $T_{j,k,i}$ をサンプリング時間 Δt 毎に測定する。次に、ステップS2において各FMセンサ3の差分値を(1)式に基づき計算する。

そして、ステップS3において、(2),(3)式に基づく各高さレベルごとの正の差分値総和 $ST_{j,k}$ を求める。さらに、ステップS4において、この7つの高さレベルごとの正の差分値総和 $ST_{j,k}$ と各レベル毎に予め定められた閾値 ε_m との比較を行い、(4)式をいずれかの高さレベルにおいて満足すれば次のステップS5に移行する。一方、

次に、補正差分値CT_{j,k,i}の各レベルごとのFMセンサ3に対する総和をとり、これをST_{j,k}とする。

$$ST_{j,k} = \sum_{i=1}^4 CT_{j,k,i} \quad \cdots (3)$$

そして次(4)式に従い、この差分値総和ST_{j,k}の少なくとも1つの値ST_{j,m}($m = 1 \sim 7$)が各レベル毎に予め定められた閾値 ε_m より大きくなれば、炉内付着物の壁落ちによる炉壁の急激な温度上昇の可能性があるとみなす。

$$ST_{j,m} \geq \varepsilon_m \quad \cdots (4)$$

($m = 1 \sim 7$ のいずれか)

その後、適当に設定されたホールド時間内において、(4)式を満足した第mレベルより下方に設けられた第($m-1$)レベル以下の各レベル毎のFMセンサ3_ℓ($\ell = 1 \sim (m-1)$)の正の差分値総和ST_{j,ℓ}が次(5)式に従い、少なくとも1つの値が各レベル毎に予め定められた閾値 ε_{ℓ} より大きくなれば、はじめて炉内付着物の壁落ちによる炉壁の急激な温度上昇があつたとみなし、炉熱低下予測のアラームを出力するのである。

全ての高さレベルにおいて(4)式を満足しない場合は、異常なしとみなしほとくS1に戻り、以下ステップS1～ステップS4を繰り返すことで炉熱低下予測を続ける。

ステップS4において、第mレベルの高さにおいて、(4)式を満たした場合、ステップS5において、 $m = 1$ か否かの判別を行い、 $m = 1$ であればステップS9で炉熱低下が起こるであろうとみなし、アラームを出力する。

ステップS5で $m \neq 1$ と判断されれば、次のステップS6において変動時刻 t_c を $t_c = 0$ に初期化し、同時にホールド時間 h_r を設定する。

次にステップS7で変動時刻 t_c がホールド時間 h_r を越えたかを確認する。これは、第mレベルのFMセンサ3_mにより検出された炉熱低下微候が、第($m-1$)レベル以下のFMセンサ3₁によっても検出される伝播時間の遅れを考慮したものである。従って、変動時刻 t_c がホールド時間 h_r を越えていれば、第mレベルのFMセンサ3_mにより検出された炉熱低下微候は誤りとみな

し、ステップS1に戻る。

一方、変動時刻 t_c がホールド時間 h_p を越えていなければ次のステップS8へ移る。ステップS8において第 $(m-1)$ レベル以下のFMセンサ3による正の差分値総和 $ST_{j,l}$ ($l=1 \sim (m-1)$) の各々と各レベル毎に予め定められた閾値 ε_l との比較を行い、(5)式をいずれかの高さレベルにおいて満足すれば、ほぼ確実に炉熱低下が起こるであろうとみなし、ステップS9でアラームを出力する。一方、全ての正の差分値総和 $ST_{j,l}$ が(5)式を満足しない場合は、ステップS7に戻り、再び変動時刻 t_c がホールド時間 h_p を越えたかを確認し炉熱低下予測を続ける。

第7図は、実操業における第5レベルのFMセンサ3₅による正の差分値総和(a)、第4～第1レベルの各々のFMセンサ3₄～3₁による正の差分値総和(b)～(e)と溶銑温度(f)の経時変化を時間的に対応させて示したグラフであり、 T_c は管理温度である。同図(a)に示すように時刻 t_0 に第5レベルの正の差分値総和 $ST_{j,5}$ が閾

温応答性の良さから、高炉全周を覆うように配置でき、連続的な内壁温度差が把握できることで、さらに正確な予測を行なうことができる。

尚、この実施例では内壁温度計にFMセンサを用いたが、通常の測温センサ(例えばシース熱電対)でも寿命の点で問題はあるものの代用可能である。また、ステープ温度計、レンガ埋め込み温度計を用いてもその信頼性、測温応答性の低さから予測精度は若干低下するものの、代用可能である。

また、この実施例では、FMセンサ3を7レベル4方向に28個設置したが、高炉の特性により適当に設置すれば良いのは勿論である。

(発明の効果)

以上説明したように、この発明によれば、連続的な高炉内壁温度差に基づくことで、内壁温度の絶対値の大小によらず、溶銑温度の低下を正確に予測することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a),(b)は各々、この発明の一実施例に

値 ε_5 を越え、時刻 t_0 よりホールド時間 h_p 内の時刻 t_1 で同図(d)に示すように第2レベルの正の差分値総和 $ST_{j,2}$ が閾値 ε_2 を越えているためアラームが出力される。その後、同図(f)に示すように溶銑温度が管理温度 T_c より低下していることがわかる。従って、時刻 t_1 で溶銑温度を高めるための何れかのアクション(ガス流の温度を上げる、高炉に供給する水分量を落とす等)を起こせば、充分に同図(f)で示した炉熱低下は起こさずに済ますことができる。

上記した予測は、炉壁温度差(正の差分値)により行なっているため、炉壁温度の絶対値の上下によらず、正確な予測を行なうことができる。しかも、各高さレベルごとの炉壁温度差の(4)式による異常検知に加え、異常が認められたレベル以下の炉壁温度差の(5)式による検知により炉内上部での変動が下方に伝播するのをとらえることで、より精度よく、機会を損じることなく炉熱低下を予測できる。

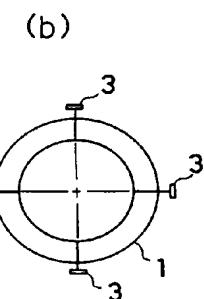
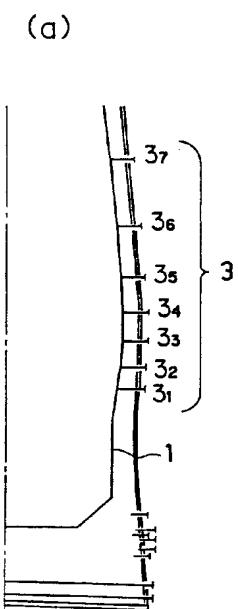
また、FMセンサ3はその施工性の良さ及び測

用いられるFMセンサの高炉炉壁内の配置を示す側面断面図、平面断面図、第2図、第3図は各々FMセンサの概念図、設置説明図、第4図はFMセンサによる測定炉壁温度の経時変化を示すグラフ、第5図はFMセンサによる測定炉壁温度の差分値の経時変化を示すグラフ、第6図はこの発明の一実施例にコンピュータを適用した時の処理の流れを示すフローチャート、第7図は、第5レベルのFMセンサによる正の差分値総和、第4～第1レベルの各々のFMセンサによる正の差分値総和、ならびに溶銑温度の経時変化を時間的に対応させて示したグラフ、第8図は従来技術における炉腹ゾンデの高炉内の配置を示す側面断面図、第9図は溶銑温度と炉内周辺部温度の相関を示すグラフである。

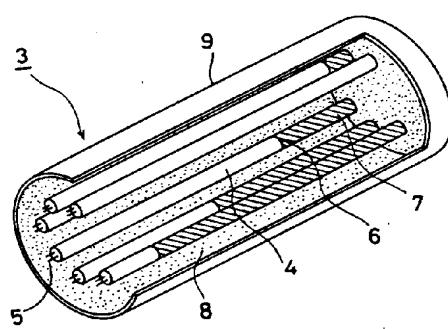
1…高炉、3, 3₁～3₇…FMセンサ

代理人 弁理士 吉田茂明
代理人 弁理士 吉竹英俊
代理人 弁理士 有田貴弘

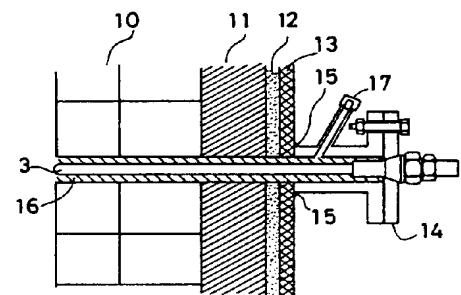
第 1 図



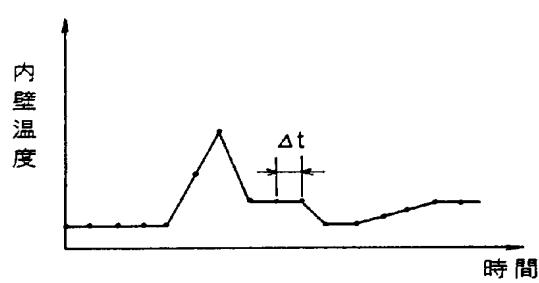
第 2 図



第 3 図



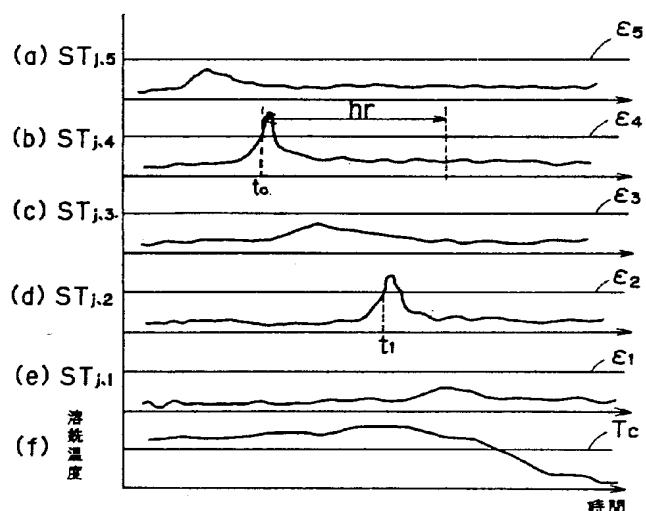
第 4 図



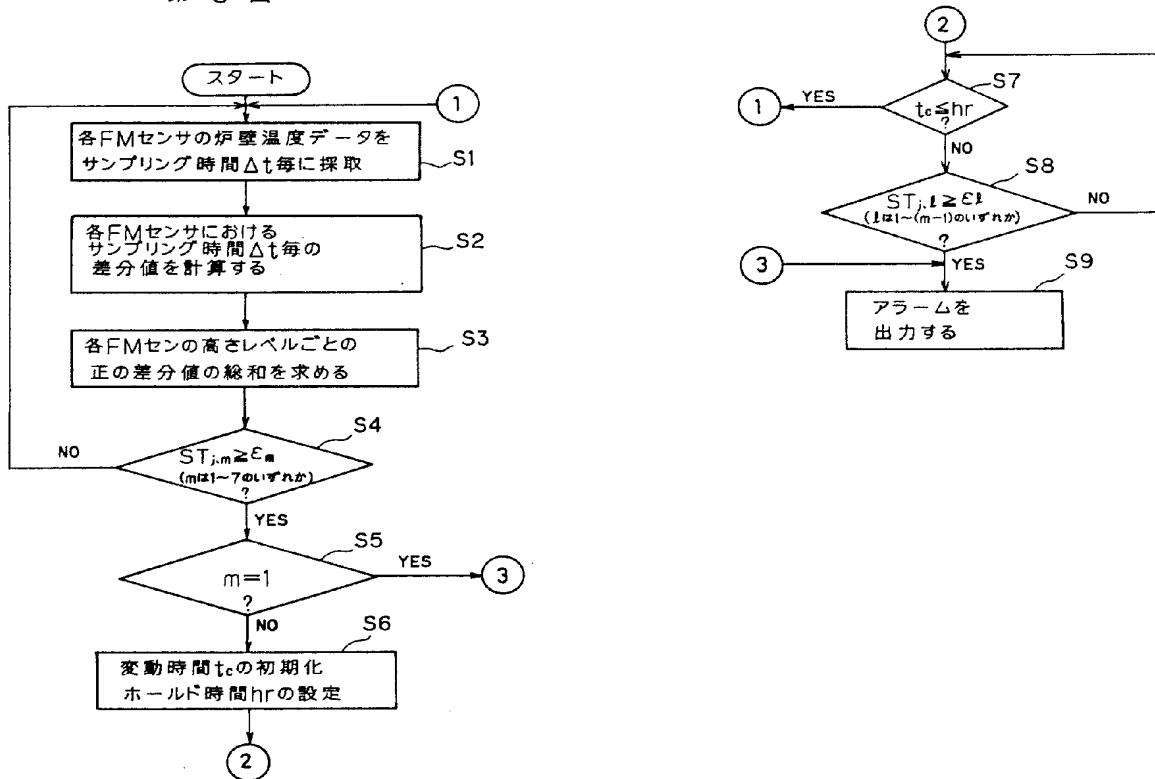
第 5 図



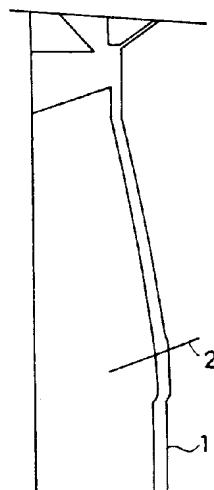
第 7 図



第 6 図



第 8 図



第 9 図

